

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-332000

(43)Date of publication of application : 30.11.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065
H01L 21/205

(21)Application number : 11-142805

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 24.05.1999

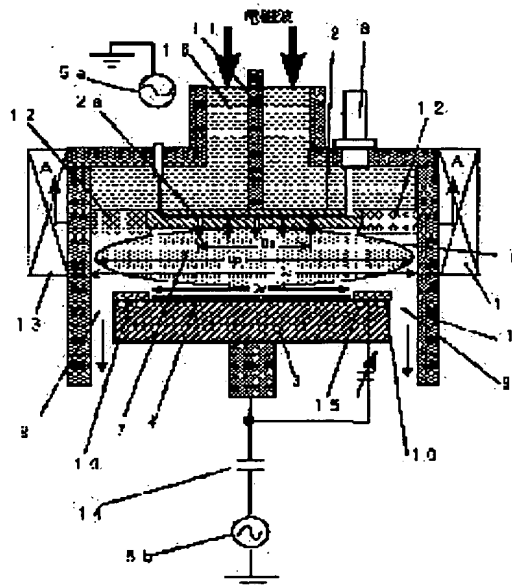
(72)Inventor : IKEGAWA MASATO
TAKAHASHI NUSHITO

(54) PLASMA TREATING DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce power consumption, improve uniformity, even if the machining area of an object is large, and achieve machining with high selectivity and aspect ratio by installing a flat plate for introducing electromagnetic waves for generating a plasma at a position, that opposes a substrate and specifying the distance between the flat plate and the substrate.

SOLUTION: A substrate 4 is placed on a second plate 3, that is arranged opposite to a first plate 2, is placed in a chamber 1. The interval between the first and second plates 2 and 3 is set to 30 mm or larger, which is equal to the half or less of the maximum diameter of the substrate 4. A plasma 7 is generated in a treatment chamber 6 between the first and second plates 2 and 3. The central part of the first plate 2 has a number of gas holes 2a and is connected to a gas supply means 8, thus forming a so-called shower head. The shower head may be manufactured in one piece with the first plate 2 or may be fitted separately. The shower head is composed, so that a region (shower diameter) where an emission hole 2a for supplying a treatment gas to the first plate 2 exists is set to 30 to 85% of the substrate diameter.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3408994

[Date of registration] 14.03.2003

This Page Blank (uspto)

[Claim(s)]

[Claim 1] Within the vacuum housing which possesses a means to supply material gas, an evacuation means, a means to plasma-ize this material gas, and the installation means of a processed sample, and has a RF power application means to a processed sample In the plasma treatment equipment which plasma-izes this material gas and performs surface treatment of this processed sample The plasma is made to generate between the 2nd plate which countered the 1st plate and parallel and has been arranged. Install this processed sample in the 2nd plate, and spacing of this 1st plate and this processed sample is set by 30mm or more below to one half of the diameter at the maximum equator of this processed sample. Plasma treatment equipment which prepares gas supply opening which becomes this 1st plate from two or more holes which supply this material gas, and is characterized by the magnitude of the effective diameter of said gas supply opening being 30 - 85% of the diameter at the maximum equator of this processed sample.

[Claim 2] Within the vacuum housing which possesses a means to supply material gas, an evacuation means, a means to plasma-ize this material gas, and the installation means of a processed sample, and has a RF power application means to a processed sample In the plasma treatment equipment which plasma-izes this material gas and performs surface treatment of this processed sample Consider this plasma generating means as installation of the electromagnetic wave into this vacuum housing, and installation of this electromagnetic wave is performed from the plate which countered this processed sample at parallel and has been arranged. Spacing of this plate and this processed sample is set by 30mm or more below to one half of the diameter at the maximum equator of this processed sample. Plasma treatment equipment which prepares gas supply opening which becomes this plate from two or more holes which supply this material gas, and is characterized by the magnitude of the effective diameter of said gas supply opening being 30 - 85% of the diameter at the maximum equator of this processed sample.

[Claim 3] Characterizing [it / spacing of said gas supply opening and said substrate is set as 100-200mm, and / by the magnitude of the effective diameter of said gas supply opening being 30 - 75% of the diameter at the maximum equator of this processed sample]-in plasma treatment equipment given in claim 1st, plasma treatment equipment.

[Claim 4] Within the vacuum housing which possesses a means to supply material gas, an evacuation means, a means to plasma-ize this material gas, and the installation means of a processed sample, and has a RF power application means to a processed sample In the plasma treatment equipment which plasma-izes this material gas and performs surface treatment of this processed sample Consider this plasma generating means as installation of high-frequency power, and installation of this high-frequency power is performed from the 2nd plate which countered at parallel the 1st plate and this 1st plate which carried this processed sample, and has

been arranged. Plasma treatment equipment which prepares gas supply opening which becomes this 1st plate from two or more holes which supply this material gas, and is characterized by the magnitude of the effective diameter of said gas supply opening being 30 - 85% of the diameter at the maximum equator of this processed sample.

[Claim 5] Plasma treatment equipment characterized by being the diameter of the field where 98% or more of the total flow of the material gas which the magnitude of the effective diameter of said gas supply opening contributes to etching flows out of claim 1 in plasma treatment equipment according to claim 4.

[Claim 6] The control approach of the plasma treatment equipment characterized by impressing 100kHz to 14MHz high-frequency power to a processed sample two times 8 W/cm from 0.5 W/cm² per unit area of a processed sample, and performing surface treatment of a processed sample in the control approach of claim 1 to plasma treatment equipment according to claim 4.

[Claim 7] The control approach of the plasma treatment equipment characterized by performing surface treatment of a processed sample, controlling the amount distribution of incidence of a up to [the substrate of a fluorine radical] from claim 1 to homogeneity in the control approach of plasma treatment equipment according to claim 4.

[Claim 8] The control approach of the plasma treatment equipment characterized by consisting of the step which introduces gas in the control approach of plasma treatment equipment according to claim 4 from claim 1, the step which generates the plasma, a step which etches a substrate, and a step which takes out a substrate.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is faced processing a substrate to samples, such as a semiconductor device substrate, using the gas dissociated with the gas dissociated by the plasma, or heat with respect to the etching system or the CVD system using the plasma, or the CVD system using heat, and relates to the control approach of processing a substrate front face using suitable plasma-treatment equipment attaining equalization of the processing speed distribution in a substrate or a heat CVD system, and this equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] In conventional plasma production equipment, for example like a publication in a publication-number No. 115893 [nine to] official report, a gas flow feeder is formed in each of many holes of the shower head, the programmable gas flow divider which makes gas distribute to it is prepared, and flow rate distribution control is carried out.

[0003] Moreover, he sets a shower diameter or less [of the diameter at the maximum equator of a discharge room] to 1/4, and was trying to exhaust a resultant efficiently like a publication in a publication-number No. 335274 [five to] official report. Moreover, it had prevented that made

a reactant gas blowout effective diameter smaller than the path of a wafer, and a resultant adhered to the side attachment wall of an etching hole for example, like a publication in a publication-number No. 163467 [six to] official report.

[0004] Moreover, he was trying to, prevent polymer adhesion within a blowout hole for example, by setting up so that the field which gas spouts from pore may amount to 120mm or more by within the limits from the core of a shower electrode to 180mm, and controlling a gas supply means so that said gas which passes pore becomes with a mass flow rate beyond 620 kg/m²/time amount like a publication in a publication-number No. 7001 [seven to] official report.

[0005] Moreover, like a publication in a publication-number No. 307334 [seven to] official report, it constitutes so that the rate of the raw gas blowout effective area of an up electrode to the processing area of a process sample (henceforth a substrate) may become 80 - 100% (it is 89 - 100% when it changes into a diameter), and distribution of material gas and a resultant is control to homogeneity, and, for example, it is made to make homogeneity within a field of an etch rate and an etching configuration into homogeneity.

[0006] Moreover, the etching system of a narrow electrode parallel plate mold (henceforth a "narrow electrode mold") is put in practical use as an object for silicon oxide processing. Between parallel plates with a spacing of 15mm - about 30mm, a narrow electrode mold etching system impresses an about tenMHz - dozens of MHz RF, and forms the plasma. As for the feed gas pressure force, a dozens mTorr field and more than it are used. It is a journal when a radical is consumed only with a substrate. Like the 1786-page publication from the 136th volume (1989 issuance) of OBUEREKUTORO chemical SASAIETEL, No. 6, and 1781 pages, if a plasma diameter is larger than a substrate diameter, the amount of a radical will increase in the periphery side of a substrate, and, as a result, an etch rate will rise in the increment direction in a radius of a substrate. If a plasma diameter is smaller than a substrate diameter, the amount of the radical in a substrate periphery will decrease and, as a result, an etch rate will fall in the increment direction in a radius of a substrate. So, in this etching system, the periphery of an up electrode was covered in the ring made from insulators, such as a quartz, plasma distribution was shut up near the substrate, and equalization within the substrate of an etching rate was in drawing. Besides, many blow-of-gas holes are established in a section electrode, and the so-called shower head is installed. In this case, extent as a substrate diameter with the almost same (89 - 100%) shower diameter was used like the above-mentioned conventional technique. This narrow electrode mold etching system has the description that an oxide film etching property is comparatively acquired by stability over a long period of time.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Etching in semiconductor device manufacture

requires the high selection ratio to the homogeneity of the etching velocity distribution of the etched film, the substrate film, or a resist, the anisotropy of an etching configuration and the substrate film, or a resist within a substrate. In the plasma, gas dissociates and the radical (active species : chemically activity neutral molecule) of ion and some kinds is generated. Etching is produced by surface reaction, such as these ion and radicals, and a resultant which carries out re-incidence. Each film (the resist film, etched film, substrate film) is processed by different reaction by ion, the radical, the resultant that carries out re-incidence. Therefore, in order for distribution of the etch rate of each film within a substrate to be uniform, it is required that the ion to a substrate, various radicals, and the amount of incidence of a resultant that carries out re-incidence should have uniform distribution within a substrate. It is accelerated by the sheath electric field generated near the substrate front face, and incidence of the ion in the plasma is carried out at right angles to a substrate. Therefore, if a plasma consistency and sheath voltage are uniform on a substrate, the incidence of ion will become homogeneity on a substrate.

[0008] It is exhausted by gas flow together with [in response probability which was spread spatially and isotropic, without being influenced of magnetic field and sheath electric field since it is neutrality, although material gas to dissociation generates in the field over which, as for a radical, the plasma is distributed within a chamber on the other hand, was carried by gas flow, and is different with the wall of a substrate or a chamber, respectively] the gas constituents of an exhaust port to others [radical / dissipation or / which adhered and remained].

[0009] For this reason, a radical presents the density distribution which changed within the chamber with classes. For example, if the gas 4 of a fluorocarbon system, for example, CF₄, dissociates in the plasma, radicals, such as F, CF, CF₂, CF₃, and CF₄ giant molecule, will generate. Although a fluorine F radical is consumed by the etching reaction with a substrate, the up electrode made from silicon, etc., there is little consumption in the field of other walls.

[0010] Therefore, when the plasma had spread in the whole chamber, F radical became superfluous by the periphery side of a substrate, the etching rate increased in the increment direction in a radius on a substrate, and there was a problem which the ununiformity of an etching rate produces. On the whole, CF₂ adheres to a wall, and an ion collision is aided with it in respect of SiO₂ exposed on a substrate, and it causes an etching reaction. If there is flux of enough to the substrate top of CF₂, in order that the amount of incidence of the ion to a substrate may carry out rate-limiting [of the etching], equalization of the amount distribution of incidence to the substrate of ion is attained by the improvement of equipment. Si film and Si₃N₄ film have the high response probability by F radical, and the response probability by CF₂ is low. In etching of SiO₂ film which uses Si₃N₄ film as the substrate film, F radical is made to consume with the up electrode made from silicon, the incidence flux ratio of CF₂/F on a substrate or CF₃/F is enlarged, and the etch selectivity of the etched film (SiO₂) to the substrate

film (Si_3N_4) is controlled highly.

[0011] However, although F radical has a little amount, since a consistency increases to the substrate up radial one like the above, the ununiformity of a selection ratio arises in the ununiformity of the etch rate of the substrate film, and a pan on a substrate, and it poses a problem. Moreover, after etching an exhaust port in the equipment which it has in the periphery side of a substrate, the density distribution on the substrate of the gushing resultant produces uneven distribution which becomes it is high and low on a periphery centering on a wafer. Thus, even if the incidence of ion is uniform on a substrate, in order that the incidence to the substrate of various radicals and a resultant may present different ununiformity distribution, respectively, such distribution control is needed.

[0012] As mentioned above, by the flow of a plasma field and gas, and the reaction in a wall, the distribution in a chamber is large and various radicals and a resultant are influenced. However, with said conventional technique (publication-number No. 115893 [nine to] official report), since it was necessary to attach a gas flow feeder to each of the hole of the shower head, structure became complicated and the product price also had a high problem. Moreover, consideration which sets up flow rate distribution of the breadth of the plasma and the shower head was not carried out to distribution of various radicals.

[0013] Moreover, exhausting a resultant efficiently was only taken into consideration with the conventional technique given in a publication-number No. 335274 [five to] official report. Moreover, with the conventional technique given in a publication-number No. 163467 [six to] official report, preventing adhering to the side attachment wall of the etching hole of a resultant was only taken into consideration. Moreover, preventing that make a gas flow rate quick and the polymer into a blowout hole adheres to a publication-number No. 7001 [seven to] official report with the conventional technique of a publication was only taken into consideration. Moreover, with the conventional technique given in a publication-number No. 307334 [seven to] official report, controlling distribution of material gas and a resultant to homogeneity, and making homogeneity within a field of an etch rate and an etching configuration into homogeneity was only taken into consideration.

[0014] The homogeneity of the substrate side incidence flux of the radical which carries out dissociation generation was not examined at all by the above conventional technique the breadth of the plasma, or there. Moreover, although it had prevented that made a reactant gas blowout effective diameter smaller than the path of a wafer, and a resultant adhered to the side attachment wall of an etching hole like a publication in a publication-number No. 163467 [six to] official report, in order to have prevented that a resultant adhered to the side attachment wall of an etching hole, the reactant gas blowout effective diameter needed to be made quite smaller than a substrate diameter, or the gas of a large flow rate needed to be passed. When done in this

way, distribution of a radical became uneven at reverse and there was a problem which the ununiformity of the etch rate in a substrate side produces.

[0015] Moreover, when it constituted like a publication in a publication-number No. 307334 [seven to] official report so that the rate of the raw gas blowout effective area of an up electrode to the processing area of a processed object might become 80 - 100% (it is 89 - 100% when it changes into a diameter), when the plasma diameter became larger than a substrate diameter, the radical became superfluous near the substrate periphery, and there was a problem which the ununiformity of an etch rate produces.

[0016] moreover, in the etching system which used a electron cyclotron resonance like a publication for JP,3-122294,A or JP,6-224155,A, in order to introduce an electromagnetic wave from the location which counters a substrate, the dielectric which can make an electromagnetic wave penetrate is installed in a substrate opposite location -- if it kicks, it will not become. Electrically, this dielectric was an insulating material, and when high frequency bias was impressed to a processed sample, location installation could not be carried out but it had the problem which counters a required ground electrode with a processed sample that the ununiformity of bias arises, and the problem that control which reduces an unnecessary radical with a wall could not be performed.

[0017] On the other hand, in a narrow electrode mold etching system, the installation of a ground and the control of a radical to the high frequency bias impressed to the processed sample with devising the electrode material in the opposite section of a processed sample are possible. However, a narrow electrode mold etching system is difficult for the directivity of the ion which carries out incidence to a processed sample since operating gas pressure is comparatively high to become an ununiformity, and to deal with future detailed-ization. Moreover, since an electrode spacing is about 30mm or less, it has the problem that a pressure differential becomes large in a processed sample side at the time of high flow rate gas installation. This problem becomes remarkable with amplification of the diameter of a processed sample, and is an essential technical problem in processing more than next-generation diameter wafer of 300mm.

[0018] Since the relation between a plasma diameter, a substrate diameter, a shower diameter, and an electrode spacing and the relation between generation of a radical and consumption with a wall are not taken into consideration, in the conventional technique, with the equipment of a certain magnitude as mentioned above, by trial-and-error Even if it determined the shower diameter from which homogeneity is acquired, when it scaled up, or the structure of a chamber was changed and plasma distribution changed, the shower diameter shifted from the optimum value and there was nonconformity that the ununiformity in the substrate side of an etch rate or a configuration arose.

[0019] The object of this invention is a low power, is excellent in micro-processing nature, and

is to offer the plasma treatment equipment high-speed processing processing can make [processing of a high selection ratio and a high aspect ratio] it possible, and its control approach while homogeneity is high, also when the processing area of a processed sample is large. Especially, plasma production conditions are independently controlled for the etching radical within the plasma, and it is in realizing the high etching engine performance by realizing highly precise active species control. Moreover, it is the object of this invention to also make the stable etching property maintain by stabilizing the presentation of the active species within the rear-spring-supporter plasma at a long period of time.

[0020]

[Means for Solving the Problem] The plate which introduces the electromagnetic wave for plasma generating was installed in the location which counters a substrate, and the 2nd RF was impressed to this plate. Furthermore, distance between a plate and a substrate was set to one half of the diameters of the smaller one among the diameter of a plate, or the substrate diameter from 30mm. The frequency of the 2nd RF made to superimpose on this uses 50kHz - 30MHz for plasma generating using a 300MHz - 2.45GHz electromagnetic wave. Moreover, the member (a member in a circle is called below) of the shape of in a circle or radii has been arranged, and it considered as the structure formed around the substrate with ingredients, such as silicon, where bias can be impressed to this member in a circle. Furthermore, the above-mentioned plate, the vacuum vessel wall, and the function that carries out temperature control of the member in a circle still more preferably were added.

[0021] By the above configuration, the high density plasma can be formed in a low magnetic field, and detailed processing is attained at high speed. Moreover, the 2nd frequency is superimposed on a plate, and since the radical kind within the plasma is controllable by the direction [a substrate or a plate is small either] making spacing of a plate and a substrate $1/2$ or less [of a diameter], it becomes possible to control the reaction on a substrate side to high degree of accuracy. By these, the plasma-etching processing which was compatible in a high selection ratio and micro-processing nature is attained. Moreover, since the internal surface which touches the plasma in this invention is in the condition which bias is impressed and the plasma reaction is always maintaining, or the condition that temperature control was carried out and the reaction was stabilized, while repeating etching processing, it is rare to change etching conditions and it becomes possible [acquiring a stable etching processing property over a long period of time].

[0022] Furthermore, it becomes processible [highly precise silicon oxide] by using the material gas which is mainly concerned with mixed gas with the chlorofluorocarbon or hydrocarbon gas represented by an argon and C_4F_8 using silicon, carbon, a quartz, or carbonization silicon in the part which touches the plasma of a plate. Moreover, high-degree-of-accuracy processing of thin

films, such as silicon, aluminum, and a tungsten, is attained by using for material gas the material gas which makes a subject chlorine, 3 boron chloride, hydrogen bromides, or those mixed gas.

[0023] Furthermore, it is decided in the magnitude of the attachment coefficient to the chamber wall surface of a radical that the density distribution of a radical will be plasma density distribution. It is a journal when a radical is consumed only with a substrate. OBU Like the 1786-page publication from the 136th volume (1989 issuance) of electrochemical SASAIETEI, No. 6, and 1781 pages, if a plasma diameter is larger than a substrate diameter, the amount of a radical will increase in the periphery side of a substrate, and, as a result, an etch rate will rise in the increment direction in a radius of a substrate. If a plasma diameter is smaller than a substrate diameter, the amount of the radical in a substrate periphery will decrease and, as a result, an etch rate will fall in the increment direction in a radius of a substrate.

[0024] Then, the shower diameter was further set up in consideration of the plasma diameter and the substrate diameter. That is, in order to solve the nonconformity point describing above, when the plasma diameter had spread in the whole chamber, it was made to make the diameter (shower diameter) of the field where the blowout hole of the shower plate which supplies raw gas exists into 30% - 85% of the substrate diameter.

[0025]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, drawing 1 , drawing 2 , drawing 3 , drawing 4 , drawing 5 , and drawing 6 explain one example of this invention. Drawing 1 is the sectional view of an etching system. Drawing 2 is the A-A sectional view of drawing 1 . Drawing 3 , drawing 4 , drawing 5 , and drawing 6 are the explanatory views showing the effectiveness of this 1 example. Although etching processing is explained as an example here, the same is said of CVD processing. In drawing 1 , the substrate 4 is carried on the 2nd plate 3 which was made to counter the interior of a chamber 1 with the 1st plate 2, and has been arranged. Spacing of the 1st plate 2 and the 2nd plate 3 is set by 30mm or more below to one half of the diameter at the maximum equator of a substrate 4. However, spacing is set to 30mm when the diameter at the maximum equator of a substrate 4 is 60mm or less.

[0026] The substrate 4 in this 1 example is a silicon wafer with a diameter of 200mm. Spacing of a substrate 4 and the 1st plate 2 was set to 70mm. An exhaust port 9 is established in the periphery of the 2nd plate 3, and gas is exhausted by the vacuum pump (not shown). The coaxial cable 11 which supplies a 450MHz electromagnetic wave is formed in the 1st plate 2, and it is connected to the 450MHz power source (not shown). Here, any of this electromagnetic wave is sufficient as long as a frequency is 300MHz - 2.45GHz. A 450MHz electromagnetic wave spreads between a chamber 1 and coaxial cables 11, passes the quartz block 12, and is introduced in the processing room 6. The dielectric 16 is packed so that an electromagnetic

wave may tend to spread a chamber 1, a coaxial cable 11, the 1st plate 2, and the space surrounded with the quartz block 12.

[0027] the outside of a chamber 1 -- electromagnetism -- the coil 13 is installed and a magnetic field is generated. When the frequency of an electromagnetic wave is 450MHz, as for magnetic field intensity, a electron cyclotron resonance (ECR) occurs by 0.0161 teslas (161 gauss). Thus, the plasma 7 is generated in the processing room 6 between the 1st plate 2 and the 2nd plate 3. The RF (RF) auxiliary power 5a and 5b is connected to the 1st plate 2 and the 2nd plate 3 so that the load of the bias voltage may be carried out, respectively. The frequency of auxiliary power 5a and 5b uses 50kHz - 30MHz.

[0028] The member 10 in a circle is installed in the outside of a substrate 4 by the 2nd plate 3. Silicon and silicon carbide are used for the construction material of the member 10 in a circle as high grade low electrical resistance materials. The bottom of the member 10 in a circle is covered with the dielectric (not shown). Moreover, it has the structure where bias is impressed to the member 10 in a circle, by a capacitor 14 dividing a part of bias impressed to a substrate 4, and supplying the member 10 in a circle. Moreover, the temperature control function 15 can be added directly under the member 10 in a circle, and the temperature of the member 10 in a circle can also be controlled.

[0029] Moreover, carbon, silicon, etc. are used for the construction material of the 1st plate 2. Much gas hole 2a is open, it connects with the gas supply means 8, and the core of the 1st plate 2 forms the so-called shower head. The shower head may be manufactured to the 1st plate 2 and one, and you may equip with it as another object. It is constituted so that the diameter (shower diameter: D_s) of the field where blowout hole 2a which supplies raw gas exists in the 1st plate 2 may make this shower-head 50% - 85% of a substrate diameter (D_w). In the this 1 example, the diameter of a blowout hole is 0.5mm. Here, with the diameter (shower diameter: D_s) of the field where the blowout hole which supplies raw gas exists, it is defined as the diameter at the maximum equator of the field where 98% or more of the flow rate of reactant gas (for example, C_4F_8) is spouted.

[0030] As plasma production gas for etching, the mixed gas of the gas of the fluorocarbon system of an argon, CF_4 , or C_4F_8 grade and gas, such as Cl_2 , BCl_3 , SF_6 , and HBr , are properly used with the etched film. The pressure in this 1 example used is 0.5-20Pa, and the flow rate has become like 100 - 2000SCCM.

[0031] For example, the case where SiO_2 film by which patterning was carried out to the argon with the mixed gas of the gas of the fluorocarbon system of CF_4 or C_4F_8 grade is etched as plasma production gas is assumed. The resist film has covered the front face except the location of SiO_2 film by which patterning was carried out. The substrate film is Si or Si_3N_4 . If this gas is supplied to gas eye 2a of the shower head prepared in the 1st plate 2 from the gas supply

means 8, gas will flow in the processing room 6 from this hole, and will be discharged from an exhaust port 9.

[0032] Next, if a 450MHz electromagnetic wave is supplied to a coaxial cable 11, an electromagnetic wave spreads between a chamber 1 and coaxial cables 11, and the quartz block 12 will be passed, it will be introduced in the processing room 6, and the plasma will be generated by resistance heating and ECR heating. This plasma is spread and distributed from the space between the 1st plate 2 and the 2nd plate 3 under the quartz block 12 at the processing room 6 whole, and the plasma diameter D_p is almost equal to the bore D_c of a chamber 1. Gas ionizes and dissociates in this plasma, ion and a radical are generated, these ion and radicals carry out incidence at a substrate 4, and a substrate is etched.

[0033] As a radical which contributes to etching, there are F, CF, CF₂, and CF₃ grade. Since since Si and the reaction rate with Si₃N₄ are high, when it is necessary to raise the selection ratio to Si or Si₃N₄ lessen the amount of F (SUKABENJI operation), F radical generated in the plasma carries out the load of the bias voltage to the 1st plate 2 and the member 10 in a circle made from silicon. Then, since F reacts with the 1st plate 2 and the member 10 in a circle and is consumed, the concentration of F on a substrate 4 falls, but since there is no electrode of silicon in the periphery side attachment wall of a chamber 1, the field where the concentration of F is high is formed in the periphery side of the processing room 6.

[0034] On the other hand, the radical of CF system etches SiO₂ film on a substrate by the impact of ion, and although it adheres to the wall to which other bias voltage is not added, it does not adhere to the field where bias was added. A resist and F radical which reacted emit the product of CF system in the processing room 6. For this reason, as for the radical of CF system, concentration tends to become high in a substrate core. On the other hand, the resultant generated from the etched film tends to collect centering on a substrate. Since this product adheres to the side attachment wall of an etching pit and becomes a part of protective coat, an etching configuration is affected. The member 10 in a circle consumes the fluorine radical which becomes superfluous by surface reaction with a fluorine at a processed sample periphery, and has the effectiveness which equalizes some amounts of incidence of F radical to a substrate 4. The surface reaction of the member 10 in a circle is controllable by adjusting the amount of bias impression which branches to the member 10 in a circle.

[0035] Although construction material of the member 10 in a circle was used as silicon in the one example of drawing 1 in order to control a fluorine radical, otherwise, carbon, carbonization silicon, a quartz, an aluminum oxide, aluminum, etc. should just select a suitable ingredient according to the class of active species which should be controlled.

[0036] Here, if spacing (electrode spacing) of the 1st plate 2 and the 2nd plate 3 is set to 30mm or more, by the several pascals low voltage force, a pressure differential will be small in a

substrate side, and the ununiformity of the amount of incidence to the substrate of the radical by the pressure differential will not be produced, either. This relation was shown in drawing 3 . In order to make etching rate homogeneity within a substrate side less than **5%, it is necessary to also make a pressure (or consistency) less than **5%. For that, it turns out that it is required to set an electrode spacing to 30mm or more. The field influenced of surface reaction serves as a radius of a reaction side mostly depending on the magnitude of a reaction side.

[0037] Therefore, the surface reaction produced in respect of being mutual can be made to reflect strongly by making spacing of a substrate 4 and the 1st plate 2 in the location which counters into below the radius of a substrate 4, or below the radius of the 1st plate 2. If spacing (electrode spacing) of the 1st plate 2 and the 2nd plate 3 is carried out to more than one half of a substrate diameter, specifically, the SUKABENJI effectiveness of the fluorine radical in the field of the 1st above-mentioned plate 2 will be hard coming to be effective.

[0038] Therefore, by making spacing of the 1st plate 2 and the 2nd plate 3 below into one half of a substrate diameter like drawing 4 , the SUKABENJI effectiveness of the fluorine radical in the field of the 1st above-mentioned plate 2 is effective, the radical ratios CF_2/F which carry out incidence to a substrate, and CF_3/F become large, and the selection ratio to Si_3N_4 of SiO_2 film becomes large. Therefore, a property with 30mm to a substrate diameter good [spacing of the 1st plate 2 and a substrate 4] at 1/2 (if it is $\phi 200$ mm wafer and is 100mm or less $\phi 300$ mm wafer 150mm or less) or less is acquired. In addition, what is necessary is just to make the above-mentioned spacing or less [of the 1st plate diameter] into 1/2, when the diameter of the 1st plate 2 is smaller than a substrate diameter.

[0039] Furthermore, a shower radius and the relation of the homogeneity within the substrate side of an Si_3N_4 film etching rate were shown for the relation between a shower diameter and radial distribution of the amount of incidence to the substrate side of a fluorine radical in drawing 6 $R > 6$ at drawing 5 . If the diameter D_s of the shower of the 1st plate 2 is set to 85% or more of the diameter D_w of a substrate, in the field more than the substrate diameter D_w , since concentration is still deep, material gas C_4F_8 will dissociate, a fluorine radical will generate, the concentration of a fluorine radical will become high by the periphery side of the processing room 6, and the etching rate of Si_3N_4 film on the 4th page of a substrate (substrate film) will become an ununiformity. If the diameter D_s of the shower of the 1st plate 2 is set to 30% or less of the diameter D_w of a substrate, the concentration of the increase of the rate of flow directly under a shower and the fluorine radical to generate will become an ununiformity on a substrate, and an etching rate will also become an ununiformity.

[0040] As mentioned above, when breadth and a plasma diameter are sufficiently larger than a substrate diameter and the plasma sets the diameter D_s of the shower of the 1st plate 2 as the whole processing interior of a room from 30% of the diameter D_w of a substrate to 85%, the

amount of the fluorine radical near the periphery of a substrate 4 can be brought close to the amount based on substrates, and etching rate distribution of Si film of a substrate 4 and Si₃N₄ film (substrate film) has the effectiveness equalized in a substrate side.

[0041] Namely, in etching of SiO₂ film which makes Si₃N₄ and Si a substrate, it is effective in the homogeneity within the substrate side of a selection ratio being acquired. When the etched film is Si₃N₄, it is effective in the etching rate homogeneity of the etched film being acquired. Moreover, by extracting a shower diameter, a resultant can be exhausted from the processing room 6 you to be Sumiya, and it is effective in raising an etching rate. Moreover, since the resultant which has collected near the substrate core is exhausted by flow and the incidence distribution within a substrate side becomes homogeneity, it is effective in an etching configuration becoming homogeneity within a substrate.

[0042] In a source of the plasma like this 1 example, when an ECR side is in a periphery side from a substrate by the magnetic field to set up, a plasma consistency may become high by the periphery side from a substrate. When using such conditions, the effectiveness of this invention becomes higher. Moreover, the flow rate which flows out of blowout hole 2a of the shower head is changed for every blowout hole, a flow rate is distributed radially, or the effectiveness as this invention that the configuration set up to 85% from 30% of the diameter Dw of a substrate also has the same diameter of the field where concentration is distributed and 98% of material gas C₄F₈ flow out substantially is acquired, and it belongs to this invention.

[0043] Drawing 7 explains other examples of this invention. the example of drawing 1 R> 1 -- differing -- electromagnetism -- there is no coil 13. A spoke antenna etc. may be used although the introductory method of an electromagnetic wave is the same as an example 1. An electromagnetic wave is absorbed by the resistance heating device in the plasma in a non-magnetic field, and generates the plasma. This equipment is used for the process which may be low. In this case, it is effective in the structure of equipment becoming easy.

[0044] Drawing 8 is the sectional view of another another example of this invention. The quartz block 12 with which the shower head was formed in the 2nd plate 3 of the 1st plate 2 and the field which counters is installed. It constituted so that spacing of the 1st plate 2 and the 2nd plate 3 might be set to 100mm - 200mm and the diameter (shower diameter) of the field where the blowout hole which supplies raw gas to the 1st plate 2 exists might make this shower head 30% - 75% of a substrate diameter to the above equipment configuration.

[0045] In the case of the equipment which dislikes that a direct electrode (the 1st plate 2) is exposed to a substrate and the field which counters, such an equipment configuration is applied. Such equipment is well used for the process which etches the silicon film and the aluminum film, using chlorine Cl₂ as etching gas. Chlorine Cl₂ is dissociated to a chlorine radical in the plasma, and etches the silicon film and aluminum film of a substrate side by the reaction by this

chlorine radical and ion. If only one atomic layer sticks to a chamber wall surface, a chlorine radical will not adhere to a wall surface any more, but will be consumed only in respect of a substrate.

[0046] Then, although concentration tends to become high by the periphery side of a substrate like the above-mentioned fluorine radical, it is effective in the incidence flux of the chlorine radical to a substrate becoming homogeneity, and an etch rate becoming homogeneity in a substrate side by setting up so that a shower diameter may be made into 30% - 75% of a substrate diameter. Unlike an example 1, there is no SUKABENJI effectiveness of a radical in a substrate 4 and the field which counters, and since the height of a substrate 4 and the shower head is high, small ** setting out of the shower diameter is carried out from an example 1. Moreover, consumption of an electrode is suppressed by such configuration and it is especially effective in an equipment life becoming long.

[0047] Drawing 9 and drawing 10 explain another example of this invention. Drawing 9 is the sectional view of a parallel plate mold capacity-coupling mold plasma etching system. Drawing 10 is the A-A sectional view of drawing 9. Although such equipment does not fit micro processing since it is used with gas pressure higher than an example 1, it is used for high-speed etching of the film for which micro processing is not needed. In drawing 9, the substrate 4 is carried on the 2nd plate 3 which was opposed to the 1st plate 2 formed in the chamber 1, and has been arranged. RF generator 5b is connected to RF generator 5a and the 2nd plate 3 at the 1st plate 2. As a frequency of a power source, 400MHz to hundreds of MHz is used. The plasma 7 is generated by these RF generators 5a and 5b in the processing room 6 between the 1st plate 2 and the 2nd plate 3, and a substrate 4 is processed. Much gas hole 2a is open, it connects with the gas supply means 8, and the core of the 1st plate 2 forms the so-called shower head.

[0048] Moreover, the exhaust port 9 is established in the periphery of the 2nd plate 3. Carbon, silicon, etc. are used for the construction material of the 1st plate 2. The ring 15 is formed in the periphery part in the 2nd plate 3 of the 1st plate 2, and the field which counters. The construction material of a ring 15 is insulators, such as a quartz. A ring 15 carries out the work of the direction of a path of the plasma 7 generated by discharge between the 1st plate 2 and the 2nd plate 3 which carries out a magnitude limit. Here, the bore or the plasma diameter D_p of a ring 15 is set up more greatly than the diameter D_w of a substrate. Furthermore, it is equipped with the shower head which the radius (shower diameter) D_s of the field where the blowout hole of the shower plate which supplies raw gas exists makes 30% - 85% of the diameter D_w of a substrate. In this 1 example, the diameter of a wafer is 200mm and the bore of a ring 15 of 310mm and a shower diameter is 150mm.

[0049] If the seal of approval of the high-frequency power is carried out to the 1st plate 2 and the 2nd plate 3 and the plasma 7 is made to generate, as for the plasma, the plasma will spread

to the inside of a ring 15 between the 1st plate 2 and the 2nd plate 3. That is, the diameter D_p of the plasma is quite larger than the diameter D_w of a substrate. Such a situation is produced when processing a substrate with a small diameter with the equipment which can process a substrate with a big diameter.

[0050] Although F radical becomes superfluous on the periphery of a substrate when a shower diameter is almost the same as the diameter of a substrate, here If it equips with the shower head which a shower diameter makes 30% - 85% of a substrate diameter like this 1 example, since material gas will decompose near the core of the processing room 6, F radical consumes with a substrate and the 1st plate 2, and has uniform distribution on a substrate, and an etching velocity distribution becomes homogeneity to the substrate up radial one.

[0051] The relation between a shower radius and etching rate homogeneity was shown in drawing 11 to the case (conventional example) where the plasma diameter D_p is almost the same as the substrate diameter D_w , and the case where the plasma diameter D_p is larger than the substrate diameter D_w .

[0052] Thus, like this 1 example, when the diameter of the plasma is sufficiently larger than a substrate diameter, a shower diameter has homogeneity high [when a plasma diameter is almost close to a substrate diameter, a shower diameter has good but etching rate homogeneity, when close to a substrate diameter, and] at the time of 30% - 85% of a substrate diameter like before, (for example, it becomes **5% or less). Thus, by constituting, equipment with a uniform etching property is obtained only by changing the shower diameter of the shower head, and a big substrate and a small substrate are effective in the ability to reduce cost.

[0053] Drawing 12 explains another example of this invention. A plasma production method is called an inductive-coupling method. In drawing 12 , the dielectric wall 17 is formed in a part of chamber 1, and the coil 18 is wound around the outside. If power-source 5c is connected to this coil 18 and a RF (for example, 13.56MHz) is passed, the plasma 7 will generate by the induction-heating device. A substrate 4 and the 1st plate 2 which counters are the products made from silicon, and the shower head is formed in the core. The plasma 7 has the field where a consistency is high in the shape of a ring, as shown in drawing 11 , but since it has spread and spread in [whole] the processing room 6, about spacing and the shower diameter of the 1st plate 2 and a substrate 4, it is set up like the example 1. It is effective in there being no damage to processing of a component with the serious damage by the magnetic field, and the high homogeneity of an etching rate being acquired in a substrate side by such configuration.

[0054] Although the above is an example to UHF electromagnetic wave ECR plasma equipment, parallel plate capacity-coupling mold plasma equipment, and inductive-coupling type plasma equipment, this invention can be carried out common to other plasma equipments. Moreover, also in the case of plasma-CVD equipment or a heat CVD system, it is applicable.

[0055] Thus, there is effectiveness which can control the etching velocity distribution of the etched film of a substrate, the resist film, and the substrate film, a selection ratio, and an etching configuration to homogeneity in a substrate side by setting up a shower diameter in consideration of a substrate diameter and a plasma diameter, and controlling the direction distribution of a path of a radical consistency to chamber height.

[0056]

[Effect of the Invention] According to this invention, to the substrate film or the resist film, the selection ratio of the etched film is high, it can etch in the condition that the homogeneity of the etching velocity distribution of the etched film, the substrate film, or the resist film is high, improvement in process tolerance is possible, and there is effectiveness which can perform improvement in productivity.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view of the plasma treatment equipment of one example of this invention.

[Drawing 2] It is the A-A line sectional view of drawing 1 of this invention.

[Drawing 3] It is the explanatory view of the effectiveness of this invention.

[Drawing 4] It is the explanatory view of the effectiveness of this invention.

[Drawing 5] It is the explanatory view of the effectiveness of this invention.

[Drawing 6] It is the explanatory view of the effectiveness of this invention.

[Drawing 7] It is the sectional view of the plasma treatment equipment of another example of this invention.

[Drawing 8] It is the sectional view of the plasma treatment equipment of another example of this invention.

[Drawing 9] It is the sectional view of the plasma treatment equipment of another example of this invention.

[Drawing 10] It is the A-A line sectional view of drawing 9 of this invention.

[Drawing 11] It is the explanatory view of the effectiveness of this invention.

[Drawing 12] It is the sectional view of the plasma treatment equipment of another example of this invention.

[Description of Notations]

1: a chamber and 2: -- the 1st plate, 2a: gas eye, and 3: -- the 2nd plate, 4: substrate, 5a and 5b, 5c: power source, 6: processing room, 7: plasma, and 8: -- a gas supply means, 9: exhaust port, 10: member in a circle, 11: coaxial cable, 12: quartz aperture, and 13: -- electromagnetism -- a coil and 14: capacitor 15: temperature control function, 16: dielectric, 17: dielectric wall and 18: coil

This Page Blank (uspto)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-332000

(P2000-332000A)

(43) 公開日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 L 21/3065

21/205

識別記号

F I

H 0 1 L 21/302

21/205

テ-マ-ト* (参考)

B 5 F 0 0 4

5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平11-142805

(22) 出願日

平成11年5月24日 (1999. 5. 24)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 池川 正人

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 高橋 主人

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸事業所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及びプラズマ処理装置の制御方法

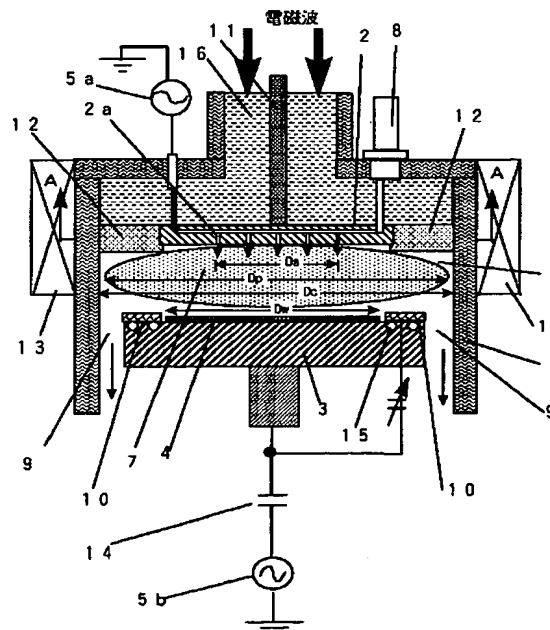
(57) 【要約】

【課題】半導体素子のエッチングにおいては、基板内で被エッチング膜、下地膜やレジストのエッチング速度分布及び、下地膜やレジストとの高い選択比とこの選択比の基板面内での高い均一性が要求される。

【解決手段】プラズマ生成ガスの噴出穴を複数備えたシャワー板と排気口と、処理する基板を置く台を有するプラズマ生成装置において、前記シャワー板と前記基板との距離を30mm以上で該被加工試料の最大直径の半分以下に設定し、前記ガス供給口の有効直径の大きさが基板の直径の30～85%であるようにした。

【効果】半導体素子のエッチングにおいて、基板内で被エッチング膜、下地膜やレジストのエッチング速度分布及び、下地膜やレジストとの高い選択比とこの選択比の基板面内での高い均一性が得られる。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】原料ガスを供給する手段と、真空排気手段と、該原料ガスをプラズマ化する手段と、被加工試料の設置手段とを具備し、被加工試料への高周波電力印加手段を有する真空容器内で、該原料ガスをプラズマ化し該被加工試料の表面処理を行うプラズマ処理装置において、第1板と平行に対向して配置した第2板との間でプラズマを生成させ、第2板に該被加工試料を設置し、該第1板と該被加工試料との間隔を30mm以上で該被加工試料の最大直径の半以下に設定し、該第1板に該原料ガスを供給する複数の穴からなるガス供給口を設け、前記ガス供給口の有効直径の大きさが該被加工試料の最大直径の30～85％であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】原料ガスを供給する手段と、真空排気手段と、該原料ガスをプラズマ化する手段と、被加工試料の設置手段とを具備し、被加工試料への高周波電力印加手段を有する真空容器内で、該原料ガスをプラズマ化し該被加工試料の表面処理を行うプラズマ処理装置において、該プラズマ発生手段を該真空容器内への電磁波の導入とし、該電磁波の導入を該被加工試料に平行に対向して配置された平板から行い、該平板と該被加工試料の間隔を30mm以上で該被加工試料の最大直径の半以下に設定し、該平板に該原料ガスを供給する複数の穴からなるガス供給口を設け、前記ガス供給口の有効直径の大きさが該被加工試料の最大直径の30～85％であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】請求項第1に記載のプラズマ処理装置において、前記ガス供給口と前記基板との間隔を100～200mmに設定し、前記ガス供給口の有効直径の大きさが該被加工試料の最大直径の30～75％であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】原料ガスを供給する手段と、真空排気手段と、該原料ガスをプラズマ化する手段と、被加工試料の設置手段とを具備し、被加工試料への高周波電力印加手段を有する真空容器内で、該原料ガスをプラズマ化し該被加工試料の表面処理を行うプラズマ処理装置において、該プラズマ発生手段を高周波電力の導入とし、該高周波電力の導入を該被加工試料を載せた第1板と該第1板に平行に対向して配置された第2板とから行い、該第1板に該原料ガスを供給する複数の穴からなるガス供給口を設け、前記ガス供給口の有効直径の大きさが該被加工試料の最大直径の30～85％であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】請求項1から請求項4に記載のプラズマ処理装置において、前記ガス供給口の有効直径の大きさが、エッチングに寄与する原料ガスの総流量の98％以上が流出する領域の直径であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項6】請求項1から請求項4に記載のプラズマ処

理装置の制御方法において、被加工試料に100kHzから14MHzの高周波電力を被加工試料の単位面積あたり0.5W/cm²から8W/cm²印加し、被加工試料の表面処理を行うことを特徴とするプラズマ処理装置の制御方法。

【請求項7】請求項1から請求項4に記載のプラズマ処理装置の制御方法において、フッ素ラジカルの基板上への入射量分布を均一に制御しながら被加工試料の表面処理を行うことを特徴とするプラズマ処理装置の制御方法。

【請求項8】請求項1から請求項4に記載のプラズマ処理装置の制御方法において、ガスを導入するステップ、プラズマを生成するステップ、基板をエッチングするステップ、基板を取り出すステップからなることを特徴とするプラズマ処理装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマを利用したエッチング装置またはCVD装置や熱を利用したCVD装置に係わり、半導体素子基板等の試料に対し、プラズマにより解離したガスまたは熱により解離したガスを利用して基板を処理するに際し、基板内の処理速度分布の均一化を図るのに好適なプラズマ処理装置または熱CVD装置及びこの装置を利用して基板表面を処理する制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のプラズマ生成装置においては、例えば、特開平9-115893号公報に記載のように、シャワーヘッドの多数の孔のそれぞれにガスフロー供給器を設け、それにガスを分配させるプログラミング可能なガスフロー分割器を設けて、流量分布制御をするようになっていた。

【0003】また、特開平5-335274号公報に記載のように、シャワー直径を放電室の最大直径の1/4以下に設定し、反応生成物を効率よく排気するようにしていた。また、例えば、特開平6-163467号公報に記載のように、反応ガス噴出有効径をウエハの径より小さくして、反応生成物がエッチング穴の側壁に付着するのを防止していた。

【0004】また、例えば、特開平7-7001号公報に記載のように、細孔からガスが噴出する領域がシャワー電極の中心から180mmまでの範囲内で120mm以上に及ぶように設定し、細孔を通過する前記ガスが質量流量で620kg/m²/時間以上になるようにガス供給手段を制御することにより、噴出孔内でのポリマー付着を防止するようにしていた。

【0005】また、例えば、特開平7-307334号公報に記載のように、被加工試料（以下基板という）の処理面積に対する上部電極の処理ガス噴出有効面積の割合が80～100％（直径に変換すると89～100

%)になるように構成して、原料ガスと反応生成物の分布を均一に制御して、エッチング速度とエッチング形状の面内均一性を均一にしているようにしていた。

【0006】また、シリコン酸化膜加工用として、狭電極平行平板型（以下「狭電極型」という）のエッチング装置が実用化されている。狭電極型エッチング装置は15mm～30mm程度の間隔の平行平板間に十数MHz～数十MHzの高周波を印加し、プラズマを形成している。原料ガス圧力は、数十mTorr領域及びそれ以上が用いられている。ラジカルが基板だけで消費される場合、ジャーナル オブエレクトロケミカルサイエティ（1989年発行）第136巻、第6号、1781頁から1786ページに記載のように、プラズマ直径が基板直径より大きいと基板の外周側でラジカルの量が多くなり、その結果基板の半径増加方向にエッチング速度が上昇する。プラズマ直径が基板直径より小さいと、基板外周でのラジカルの量が少なくなり、その結果基板の半径増加方向にエッチング速度が低下する。そこで、このエッチング装置では、上部電極の外周を石英等の絶縁体製のリングで被って、プラズマ分布を基板近傍に閉じ込め、エッチングレートの基板内での均一化を図っていた。この上部電極にはガス噴出穴が多数設けられいわゆるシャワーヘッドが設置されている。この場合、前述の従来技術のようにシャワー直径は基板直径とほぼ同じ（89～100%）程度が用いられていた。この狭電極型エッチング装置は、酸化膜エッチング特性が長期にわたって比較的安定に得られるという特徴をもっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】半導体素子製造におけるエッチングでは、基板内で被エッチング膜、下地膜やレジストのエッチング速度分布の均一性、エッチング形状の異方性及び下地膜やレジストに対する高い選択比が要求される。プラズマ中では、ガスが解離し、イオンと数種類のラジカル（活性種：化学的に活性な中性分子）が生成される。エッチングはこれらのイオンとラジカル及び再入射する反応生成物等の表面反応により生じる。それぞれの膜（レジスト膜、被エッチング膜、下地膜）はイオン、ラジカル、再入射する反応生成物等による異なった反応によって処理される。従って、基板内での各膜のエッチング速度の分布が均一であるためには、基板へのイオンと各種ラジカル及び再入射する反応生成物の入射量が基板内で均一な分布をもつことが要求される。プラズマ中のイオンは基板表面近傍に生成されたシース電界により加速され、基板に垂直に入射する。従って、プラズマ密度及びシース電圧が基板上で均一であれば、イオンの入射は基板上で均一になる。

【0008】一方、ラジカルは、チャンバ内でプラズマが分布している領域で原料ガスから解離によって生成するが、中性であるため磁場やシース電界の影響を受けずに空間的に等方的に拡散し、ガス流れによって運ばれ、

基板やチャンバの壁でそれぞれ異なった反応確率で消滅や付着し、残ったラジカルは排気口から他のガス成分と一しょにガス流れによって排気される。

【0009】このため、ラジカルは、種類によってチャンバ内で異なった密度分布を呈する。例えば、フロロカーボン系のガス、例えば、CF₄がプラズマ中で解離すると、F、CF、CF₂、CF₃、CF高分子等のラジカルが生成する。フッ素Fラジカルは基板やシリコン製上部電極などでエッチング反応によって消費するが、その他の壁の面での消費は少ない。

【0010】従って、プラズマがチャンバ全体に広がっていると、基板の外周側でFラジカルが過剰になり、基板上の半径増加方向にエッチングレートが増加し、エッチングレートの不均一が生じる問題があった。CF₂は全体的に壁に付着し、基板上で露出しているSiO₂の面でイオン衝突にアシストされてエッチング反応を起こす。CF₂の基板上へのフラックスが十分あれば、エッチングは基板へのイオンの入射量が律速するため、イオンの基板への入射量分布の均一化が装置の改善によって図られる。Si膜やSi₃N₄膜はFラジカルによる反応確率が高く、CF₂による反応確率は低い。Si₃N₄膜を下地膜とするSiO₂膜のエッチングにおいては、シリコン製の上部電極でFラジカルを消費させて基板上のCF₂/FやCF₃/Fの入射フラックス比を大きくし、下地膜（Si₃N₄）に対する被エッチング膜（SiO₂）のエッチング選択比を高く制御する。

【0011】ところが、Fラジカルは量が少量だが、前記と同様に基板上半径方向に密度が増加するため、基板上で下地膜のエッチング速度の不均一、さらに選択比の不均一が生じ、問題となっている。また、排気口を基板の外周側に有する装置においては、エッチングした後、噴出した反応生成物の基板上の密度分布は、ウエハ中心で高く外周で低くなるような不均一な分布を生じる。このようにイオンの入射が基板上で均一であっても、各種ラジカル、反応生成物の基板への入射はそれぞれ異なった不均一分布を呈するため、これらの分布制御が必要になる。

【0012】以上のように各種ラジカルや反応生成物は、プラズマ領域、ガスの流れと壁での反応によってチャンバ内の分布が大きく影響を受ける。しかるに、前記従来技術（特開平9-115893号公報）では、シャワーヘッドの孔のそれぞれにガスフロー供給器をつける必要があるため、構造が複雑となり、製品価格も高い問題があった。また、各種ラジカルの分布に対して、プラズマの広がりやシャワーヘッドの流量分布を設定する考慮はされていなかった。

【0013】また、特開平5-335274号公報に記載の従来技術では、反応生成物を効率よく排気することだけが考慮されていた。また、特開平6-163467号公報に記載の従来技術では、反応生成物のエッチング

穴の側壁に付着するのを防止することだけが考慮されていた。また、特開平7-7001号公報に記載の従来技術では、ガス流速を速くして噴出孔内へのポリマーの付着するのを防止することだけが考慮されていた。また、特開平7-307334号公報に記載の従来技術では、原料ガスと反応生成物の分布を均一に制御して、エッチング速度とエッチング形状の面内均一性を均一にすることだけが考慮されていた。

【0014】以上の従来技術では、プラズマの広がりやそこで解離生成するラジカルの基板面入射フラックスの均一性に関してはまったく検討されていなかった。また、特開平6-163467号公報に記載のように、反応ガス噴出有効径をウェハの径より小さくして、反応生成物がエッチング穴の側壁に付着するのを防止していたが、反応生成物がエッチング穴の側壁に付着するのを防止するには、反応ガス噴出有効径をかなり基板直径より小さくするか、大流量のガスを流す必要があった。このようにすると、逆にラジカルの分布は不均一となり、基板面内でのエッチング速度の不均一が生じる問題があった。

【0015】また、特開平7-307334号公報に記載のように、被処理体の処理面積に対する上部電極の処理ガス噴出有効面積の割合が80~100%（直径に変換すると89~100%）になるように構成すると、プラズマ直径が基板直径より大きくなるとラジカルが基板外周付近で過剰になり、エッチング速度の不均一が生じる問題があった。

【0016】また、特開平3-122294号公報や特開平6-224155号公報に記載のような電子サイクロトロン共鳴を利用したエッチング装置では、基板に対向する位置から電磁波を導入するため、基板対向位置には電磁波を透過させることのできる誘電体を設置しなければならない。この誘電体は電気的には絶縁物であり、被加工試料に高周波バイアスを印加する場合に必要なアース電極を、被加工試料と対向する位置設置できず、バイアスの不均一が生じるという問題と、壁によって不要なラジカルを減らすような制御ができないという問題があった。

【0017】これに対し、狭電極型エッチング装置では、被加工試料の対向部にある電極材料を工夫することで、被加工試料に印加された高周波バイアスに対するアースの設置とラジカルの制御が可能である。しかし、狭電極型エッチング装置は、比較的使用ガス圧力が高いため被加工試料に入射するイオンの指向性が不均一になり、今後の微細化に対応することは困難である。また電極間隔が30mm程度以下のため、高流量ガス導入時に被加工試料面内で圧力差が大きくなるという問題を有する。この問題は被加工試料径の拡大に伴い顕著となり、次世代の直径300mmウェハ以上の加工では本質的な課題である。

【0018】以上のように、従来技術では、プラズマ直径と基板直径とシャワー直径と電極間隔の関係及び、ラジカルの生成と壁での消費との関係を考慮していない為、ある大きさの装置で試行錯誤により、均一性が得られるシャワー直径を決定しても、スケールアップしたり、チャンバの構造を変えてプラズマ分布が変化すると、シャワー直径が最適値からずれ、エッチング速度や形状の基板面内での不均一が生じるという不具合があった。

【0019】本発明の目的は、低消費電力で、被加工試料の加工面積が大きい場合にも均一性が高いとともに、かつ微細加工性に優れ、高選択比、高アスペクト比の加工が可能で、かつ高速度の加工処理ができるプラズマ処理装置及びその制御方法を提供することにある。特に、プラズマ内のエッチングラジカルをプラズマ生成条件とを独立に制御し、高精度な活性種制御を実現することで高いエッチング性能を実現することにある。また、長期間にわたりプラズマ内での活性種の組成を安定化することで、安定したエッチング特性を持続させることも本発明の目的である。

【0020】

【課題を解決するための手段】基板に対向する位置にプラズマ発生用電磁波を導入する平面板を設置し、かつ該平面板に第2の高周波を印加した。さらに平面板と基板間の距離を30mmから平面板径あるいは基板直径のうちで小さい方の直径の1/2とした。プラズマ発生には300MHz~2.45GHzの電磁波を用い、これに重畳させる第2の高周波の周波数は50kHz~30MHzを用いる。また基板の周辺にシリコン等の材料で形成された円環状もしくは円弧状の部材（以下円環状部材と称す）を配置し、この円環状部材にバイアスが印加できる構造とした。さらに、上記平面板と真空容器壁、さらに好ましくは円環状部材を温度制御する機能を付加した。

【0021】以上の構成により、低磁場で高密度プラズマを形成でき、高速で微細な加工が可能となる。また、平面板に第2の周波数を重畳し、平面板と基板の間隔を基板または平面板のいずれか小さい方の直径の1/2以下とすることで、プラズマ内のラジカル種を制御できるため、基板面上での反応を高精度に制御することが可能となる。これらにより、高選択比と微細加工性を両立したプラズマエッチング処理が可能となる。また、本発明では、プラズマに接する内壁面は、バイアスが印加されて常時プラズマ反応が持続している状態、あるいは温度制御されて反応が安定化された状態となっているため、エッチング処理を重ねるとともにエッチング条件が変動することが少なく、長期間にわたって安定なエッチング処理特性を得ることが可能となる。

【0022】さらに、平面板のプラズマに接する部分をシリコン、炭素、石英、炭化シリコンのいずれかを用

い、アルゴンと C_4F_8 に代表されるフロンガスもしくはハイドロカーボンガスとの混合ガスを主とする原料ガスを用いることで、高精度なシリコン酸化膜の加工が可能となる。また、原料ガスに塩素、3塩化ホウ素、臭化水素、またはそれらの混合ガスを主体とする原料ガスを用いることで、シリコン、アルミニウム、タングステンなどの薄膜の高精度加工が可能となる。

【0023】さらに、ラジカルの密度分布は、プラズマ密度分布と、ラジカルのチャンバ壁面への付着係数の大きさによって決まる。ラジカルが基板だけで消費される場合、ジャーナル オブ エレクトロケミカルサイエティ（1989年発行）第136巻、第6号、1781頁から1786ページに記載のように、プラズマ直径が基板直径より大きいと基板の外周側でラジカルの量が多くなり、その結果基板の半径増加方向にエッチング速度が上昇する。プラズマ直径が基板直径より小さいと、基板外周でのラジカルの量が少なくなり、その結果基板の半径増加方向にエッチング速度が低下する。

【0024】そこでさらに、シャワー直径をプラズマ直径と基板直径を考慮して設定するようにした。すなわち、上記不具合点を解決するため、処理ガスを供給するシャワー板の噴出穴が存在する領域の直径（シャワー直径）を、プラズマ直径がチャンバ全体に広がっている場合は、基板直径の30%～85%にするようにした。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例を図1、図2、図3、図4、図5、図6で説明する。図1は、エッチング装置の断面図である。図2は図1のA-A断面図である。図3、図4、図5、図6は本一実施例の効果を示す説明図である。ここではエッチング処理を例として説明するがCVD処理でも同様である。図1において、チャンバ1の内部に、第1板2と対向させて配置した第2板3の上に基板4が載せてある。第1板2と第2板3との間隔を30mm以上で基板4の最大直径の半分以下に設定する。但し、基板4の最大直径が60mm以下の場合は、間隔を30mmとする。

【0026】本一実施例での基板4は直径200mmのシリコンウエハである。基板4と第1板2の間隔は70mmとした。第2板3の外周に排気口9が設けられ、真空ポンプ（図示せず）によりガスが排気されている。第1板2には450MHzの電磁波を供給する同軸ケーブル11が設けてあり、450MHzの電源（図示せず）と結ばれている。ここで、この電磁波は周波数が300MHz～2.45GHzであればどれでも良い。450MHzの電磁波はチャンバ1と同軸ケーブル11の間を伝播し、石英ブロック12を通過して処理室6内に導入される。チャンバ1、同軸ケーブル11、第1板2、石英ブロック12で囲まれる空間は、電磁波が伝播しやすいように誘電体16がつめられている。

【0027】チャンバ1の外には電磁コイル13が設置

されており、磁場を発生する。電磁波の周波数が450MHzの場合、磁場強度は0.0161テスラ（161ガウス）で電子サイクロトロン共鳴（ECR）が起きる。このようにして、第1板2と第2板3との間の処理室6内にはプラズマ7が生成される。第1板2及び第2板3にはそれぞれバイアス電圧が負荷されるようRF（高周波）補助電源5a、5bが接続されている。補助電源5a、5bの周波数は50kHz～30MHzを用いる。

【0028】第2板3には基板4の外側に、円環状部材10が設置されている。円環状部材10の材質には高純度低抵抗材料としてシリコンや、炭化珪素が用いられる。円環状部材10の下には誘電体（図示せず）が敷かれている。また、基板4に印加するバイアスの一部をコンデンサ14により分割して円環状部材10に供給することで、円環状部材10にバイアスが印加される構造となっている。また、円環状部材10の直下に温度制御機能15を付加して、円環状部材10の温度を制御することもできる。

【0029】また、第1板2の材質には、カーボンやシリコン等が用いられる。第1板2の中心部は、多数のガス穴2aが開いており、ガス供給手段8と接続されて、いわゆるシャワーヘッドを形成している。シャワーヘッドは第1板2と一体に製作しても良いし、別体として装着しても良い。このシャワーヘッドを、第1板2に処理ガスを供給する噴出穴2aが存在する領域の直径（シャワー直径：Ds）が基板直径(Dw)の50%～85%にするよう構成されている。本一実施例では、噴出穴の直径は0.5mmである。ここで、処理ガスを供給する噴出穴が存在する領域の直径（シャワー直径：Ds）とは、反応ガス（例えば C_4F_8 ）の流量の98%以上が噴出される領域の最大直径と定義する。

【0030】エッチング用のプラズマ生成ガスとしては、アルゴンと CF_4 または C_4F_8 等のフロンカーボン系のガスの混合ガスや、 Cl_2 、 BCl_3 、 SF_6 、 HBr 等のガスが、被エッチング膜によって使い分けられる。本一実施例での使用される圧力は0.5～20Paで、流量は100～2000SCCMのようになっている。

【0031】例えばプラズマ生成ガスとして、アルゴンと、 CF_4 または C_4F_8 等のフロンカーボン系のガスの混合ガスで、パターニングされた SiO_2 膜をエッチングする場合を想定する。パターニングされた SiO_2 膜の場所以外はレジスト膜が表面を覆っている。下地膜は Si または、 Si_3N_4 である。このガスをガス供給手段8から第1板2に設けたシャワーヘッドのガス孔2aに供給すると、ガスは、この孔から処理室6に流れ、排気口9から排出される。

【0032】次に同軸ケーブル11に450MHzの電磁波を供給すると、電磁波はチャンバ1と同軸ケーブル11の間を伝播し、石英ブロック12を通過して処理室6内に

導入され、抵抗加熱とECR加熱により、プラズマが生成される。このプラズマは第1板2と第2板3の間の空間から、石英ブロック12の下まで処理室6全体に広がって分布し、プラズマ直径 D_p はチャンバ1の内径 D_c にはほぼ等しい。このプラズマ中でガスが電離及び解離し、イオンとラジカルが生成され、これらのイオンとラジカルが基板4に入射して、基板がエッチングされる。

【0033】エッチングに寄与するラジカルとしては、F、CF、CF₂、CF₃等がある。プラズマ中で生成したFラジカルは、SiやSi₃N₄との反応速度が高いため、SiやSi₃N₄に対する選択比を高める必要があるときは、Fの量を少なくする（スカベンジ作用）ために、シリコン製の第1板2及び円環状部材10にバイアス電圧を負荷する。するとFが第1板2及び円環状部材10と反応して消費されるため、基板4上のFの濃度が低下するが、チャンバ1の外周側壁にはシリコンの電極がないため処理室6の外周側にFの濃度が高い領域が形成される。

【0034】一方、CF系のラジカルは、基板上のSiO₂膜をイオンの衝撃によってエッチングし、その他のバイアス電圧が付加されていない壁には付着するが、バイアスが付加された面には付着しない。レジストと反応したFラジカルは、CF系の生成物を処理室6内に放出する。このため、CF系のラジカルは基板中心部で濃度が高くなりやすい。一方、被エッチング膜から生成された反応生成物は基板中心に溜りやすい。この生成物はエッチング孔の側壁に付着して、保護膜の一部となるため、エッチング形状に影響を与える。円環状部材10は、フッ素との表面反応により被加工試料周辺部で過剰となるフッ素ラジカルを消費し、基板4へのFラジカルの入射量を多少均一化する効果がある。円環状部材10の表面反応は、円環状部材10に分岐するバイアス印加量を調整することで制御することができる。

【0035】図1の一実施例では、フッ素ラジカルを制御するために、円環状部材10の材質をシリコンとしたが、他に炭素、炭化シリコン、石英、酸化アルミニウム、アルミニウムなど、制御すべき活性種の種類によって適切な材料を選定すればよい。

【0036】ここで、第1板2と第2板3との間隔（電極間隔）を30mm以上とすると、数パスカルの低圧力でも基板面内で圧力差が小さく、圧力差によるラジカルは基板への入射量の不均一は生じない。この関係を図3に示した。基板面内のエッチングレート均一性を±5%以内にするには、圧力（または、密度）も±5%以内にすることが必要であることがわかる。表面反応の影響を受ける領域は、反応面の大きさに依存し、ほぼ反応面の半径となる。

【0037】したがって、基板4とその対向する位置にある第1板2の間隔を、基板4の半径以下あるいは第1

板2の半径以下にすることで、互いの面で生じている表面反応を強く反映させることができる。具体的には、第1板2と第2板3との間隔（電極間隔）を基板直径の半分以上とすると、前述の第1板2の面でのフッ素ラジカルはスカベンジ効果が効きづらくなる。

【0038】従って、図4のように第1板2と第2板3との間隔を基板直径の半分以下とすることにより、前述の第1板2の面でのフッ素ラジカルはスカベンジ効果が効いて、基板へ入射するラジカル比CF₂/FやCF₃/Fが大きくなり、SiO₂膜のSi₃N₄膜に対する選択比が大きくなる。よって、第1板2と基板4との間隔は、30mmから基板直径の1/2以下（φ200mmウエハであれば100mm以下、φ300mmウエハであれば150mm以下）で良好な特性が得られる。なお、基板直径よりも第1板2の直径が小さい場合には、上記の間隔は第1板直径の1/2以下にすればよい。

【0039】さらに、図5にシャワー直径とフッ素ラジカルは基板面への入射量の半径方向分布との関係を、図6にシャワー半径とSi₃N₄膜エッチングレートの基板面内均一性の関係を示した。第1板2のシャワーの直径 D_s を基板の直径 D_w の85%以上に設定すると、原料ガスC₄F₈が基板直径 D_w 以上の領域でまだ濃度が濃いため、解離してフッ素ラジカルが生成し、処理室6の外周側でフッ素ラジカルは濃度が高くなり、基板4面上のSi₃N₄膜（下地膜）のエッチングレートが不均一になる。第1板2のシャワーの直径 D_s を基板の直径 D_w の30%以下に設定すると、シャワー直下の流速が増し、生成するフッ素ラジカルは濃度が基板上で不均一になり、エッチングレートも不均一になる。

【0040】以上のように、プラズマが処理室内全体に広がり、プラズマ直径が基板直径より十分大きい場合、第1板2のシャワーの直径 D_s を基板の直径 D_w の30%から85%に設定することにより基板4の外周付近のフッ素ラジカルは量を基板中心での量に近づけることができ、基板4のSi膜やSi₃N₄膜（下地膜）のエッチングレート分布は基板面内で均一化する効果がある。

【0041】すなわち、Si₃N₄やSiを下地とするSiO₂膜のエッチングの場合、選択比の基板面内の均一性が得られる効果がある。被エッチング膜がSi₃N₄の場合は、被エッチング膜のエッチングレート均一性が得られる効果がある。また、シャワー直径を絞ることにより、反応生成物を処理室6からすみやかに排気でき、エッチングレートを向上させる効果がある。また、基板中心付近に溜っている反応生成物が流れて排気され、基板面内の入射分布が均一になるため、エッチング形状が基板内で均一になる効果もある。

【0042】本一実施例のようなプラズマ源では、設定する磁場によりECR面が基板より外周側にある場合、基板より外周側でプラズマ密度が高くなることもある。このような条件を使用する場合、本発明の効果はより高

くなる。また、シャワーヘッドの噴出孔2aから流出する流量を噴出穴ごとに变えて半径方向に流量を分布させたり、濃度を分布させたりして実質的に原料ガスC4F8の98%が流出される領域の直径が基板の直径Dwの30%から85%に設定する構成も、本発明と同じ効果が得られ、本発明に属するものである。

【0043】本発明の他の実施例を図7で説明する。図1の実施例と異なり、電磁コイル13が無い。電磁波の導入方式は実施例1と同じであるが、スポークアンテナ等を用いても良い。電磁波は無磁場中のプラズマ中で抵抗加熱機構で吸収され、プラズマを生成する。この装置はプラズマ密度が低くても良いプロセスに使用される。この場合、装置の構造が簡単になる効果がある。

【0044】図8は本発明のもう一つの別な実施例の断面図である。第1板2の第2板3と対向する面にシャワーヘッドが形成された石英ブロック12が設置されている。以上の装置構成に対して、第1板2と第2板3との間隔を100mm~200mmとし、このシャワーヘッドを、第1板2に処理ガスを供給する噴出穴が存在する領域の直径(シャワー直径)が基板直径の30%~75%にするよう構成した。

【0045】このような装置構成は基板と対向する面に直接電極(第1板2)が露出するのを嫌う装置の場合に適用される。このような装置は、エッチングガスとして塩素C12を用い、シリコン膜やアルミ膜をエッチングするプロセスによく用いられる。塩素C12はプラズマ中で塩素ラジカルに解離し、この塩素ラジカルとイオンによる反応により、基板面のシリコン膜やアルミ膜をエッチングする。塩素ラジカルはチャンバ壁面に一原子層だけ吸着するとそれ以上壁面には付着せず、基板面でのみ消費する。

【0046】そこで、前述のフッ素ラジカルと同様に基板の外周側で濃度が高くなりがちだが、シャワー直径を基板直径の30%~75%にするよう設定することにより、基板への塩素ラジカルの入射フラックスが均一になり、エッチング速度が基板面内で均一になる効果がある。実施例1と異なり、基板4と対向する面でラジカルのスカベンジ効果が無く、基板4とシャワーヘッドの高さが高いため、シャワー直径は実施例1より小さく設定される。また、特にこのような構成により、電極の消耗が抑えられ、装置寿命が長くなる効果がある。

【0047】本発明のもう一つの実施例を図9、図10で説明する。図9は、平行平板型容量結合型プラズマエッチング装置の断面図である。図10は図9のA-A断面図である。このような装置は、実施例1よりも高いガス圧力で使用されるため、微細加工には適さないが、微細加工が必要とされない膜の高速度エッチングに使用される。図9において、チャンバ1内に設けた第1板2と対抗させて配置した第2板3の上に基板4が載せてある。第1板2には高周波電源5a、第2板3には高周波

電源5bが接続されている。電源の周波数としては、400MHzから数百MHzが用いられる。これら高周波電源5a、5bにより、第1板2と第2板3との間の処理室6内にはプラズマ7が生成され、基板4を処理するようになっている。第1板2の中心部は、多数のガス穴2aが開いており、ガス供給手段8と接続されて、いわゆるシャワーヘッドを形成している。

【0048】また、第2板3の外周に排気口9が設けられている。第1板2の材質には、カーボンやシリコン等が用いられる。第1板2の第2板3と対向する面で外周部分にはリング15が設けられている。リング15の材質は石英等の絶縁体である。リング15は、第1板2と第2板3との間の放電で生成されるプラズマ7の径方向の大きさ制限する働きをする。ここで、リング15の内径またはプラズマ直径Dpは、基板の直径Dwより大きく設定されている。さらに、処理ガスを供給するシャワー板の噴出穴が存在する領域の半径(シャワー直径)Dsが基板径Dwの30%~85%にするようなシャワーヘッドを装着した。本一実施例では、ウエハの直径が200mmで、リング15の内径が310mm、シャワー直径は150mmである。

【0049】第1板2、第2板3に高周波電力を印可し、プラズマ7を生成させると、プラズマは、第1板2と第2板3の間で、リング15の内側まで、プラズマが広がる。すなわち、プラズマの直径Dpは基板の直径Dwよりかなり大きい。このような状況は、直径の大きな基板を処理できる装置で直径の小さな基板を処理する場合に生じる。

【0050】ここで、シャワー直径が基板の直径とほぼ同じ場合、Fラジカルは基板の外周で過剰となるが、本一実施例のようにシャワー直径が基板直径の30%~85%にするようなシャワーヘッドを装着すると、原料ガスが処理室6の中心付近で分解するため、Fラジカルが基板及び第1板2で消費し、基板上で均一な分布を持ち、エッチング速度分布が基板上半径方向に均一になる。

【0051】図11にプラズマ直径Dpが基板直径Dwとほぼ同じ場合(従来例)とプラズマ直径Dpが基板直径Dwより大きい場合に対して、シャワー半径とエッチングレート均一性との関係を示した。

【0052】このように、従来のように、プラズマ直径が基板直径にほぼ近い場合、シャワー直径は基板直径に近い時エッチングレート均一性が良いが、本一実施例のようにプラズマ径が基板直径より十分大きい時は、シャワー直径は基板直径の30%~85%の時均一性が高い(例えば±5%以下となる)。このように構成することにより、大きな基板も、小さな基板も、シャワーヘッドのシャワー直径を変更するだけでエッチング特性が均一な装置が得られ、コストを低減できる効果がある。

【0053】本発明のもう一つの実施例を図12で説明

する。プラズマ生成方式は誘導結合方式と呼ばれるものである。図12において、チャンバ1の一部に誘電体壁17を設け、その外側にコイル18が巻いてある。このコイル18に電源5cを接続し、高周波(例えば13.56MHz)を流すと、誘導加熱機構でプラズマ7が生成する。基板4と対向する第1板2はシリコン製であり、中心部にシャワーヘッドが形成されている。プラズマ7は図11に示すようにリング状に密度の高い領域があるが、処理室6内全体に拡散して広がっているので、第1板2と基板4との間隔及びシャワー直径に関しては、実施例1と同じように設定されている。このような構成により、磁場によるダメージが大きい素子の加工に対してダメージが無く、基板面内でエッチングレートの高均一性が得られる効果がある。

【0054】以上は、UHF電磁波ECRプラズマ装置及び平行平板容量結合型プラズマ装置及び誘導結合式プラズマ装置への実施例であるが、本発明は他のプラズマ装置にも共通に実施出来る。また、プラズマCVD装置や熱CVD装置の場合にも、適用できる。

【0055】このようにして、チャンバ高さに対して、基板直径とプラズマ直径を考慮してシャワー直径を設定してラジカル密度の径方向分布を制御することにより、基板の被エッチング膜、レジスト膜、下地膜のエッチング速度分布、選択比、エッチング形状を基板面内で均一に制御することが出来る効果がある。

【0056】

【発明の効果】本発明によれば、下地膜やレジスト膜に対し被エッチング膜の選択比が高く、被エッチング膜や

下地膜やレジスト膜のエッチング速度分布の均一性が高い状態でエッチングすることができ、加工精度の向上が可能であり、生産性の向上ができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のプラズマ処理装置の断面図である。

【図2】本発明の図1のA-A線断面図である。

【図3】本発明の効果の説明図である。

【図4】本発明の効果の説明図である。

【図5】本発明の効果の説明図である。

【図6】本発明の効果の説明図である。

【図7】本発明のもう一つの実施例のプラズマ処理装置の断面図である。

【図8】本発明のもう一つの実施例のプラズマ処理装置の断面図である。

【図9】本発明のもう一つの実施例のプラズマ処理装置の断面図である。

【図10】本発明の図9のA-A線断面図である。

【図11】本発明の効果の説明図である。

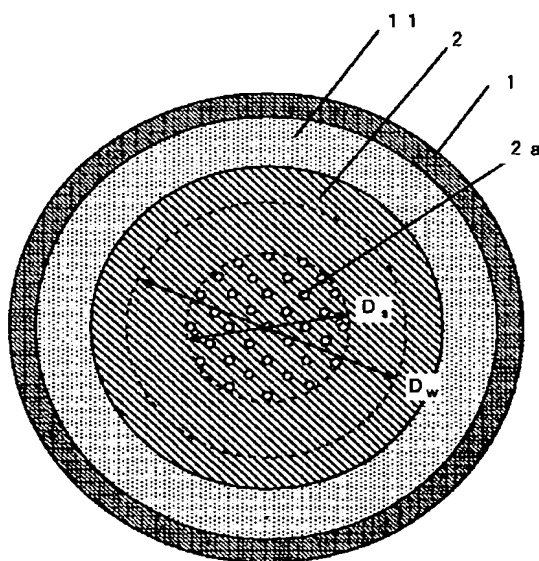
【図12】本発明のもう一つの実施例のプラズマ処理装置の断面図である。

【符号の説明】

1：チャンバ、2：第1板、2a：ガス孔、3：第2板、4：基板、5a、5b、5c：電源、6：処理室、7：プラズマ、8：ガス供給手段、9：排気口、10：円環状部材、11：同軸ケーブル、12：石英窓、13：電磁コイル、14：コンデンサ、15：温度制御機能、16：誘電体、17：誘電体壁、18：コイル。

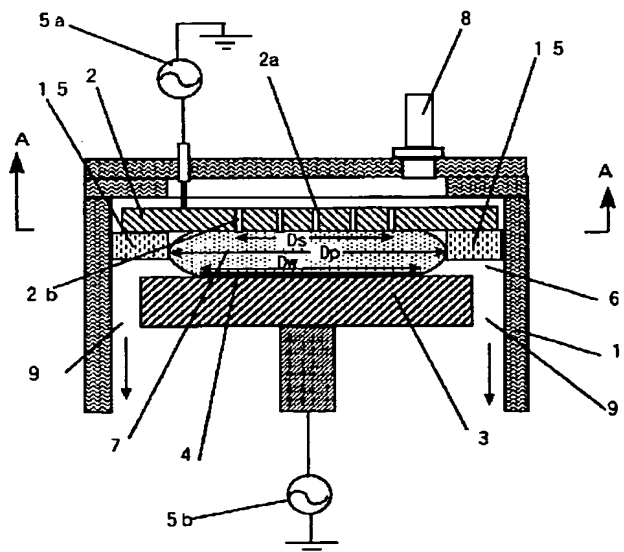
【図2】

図2



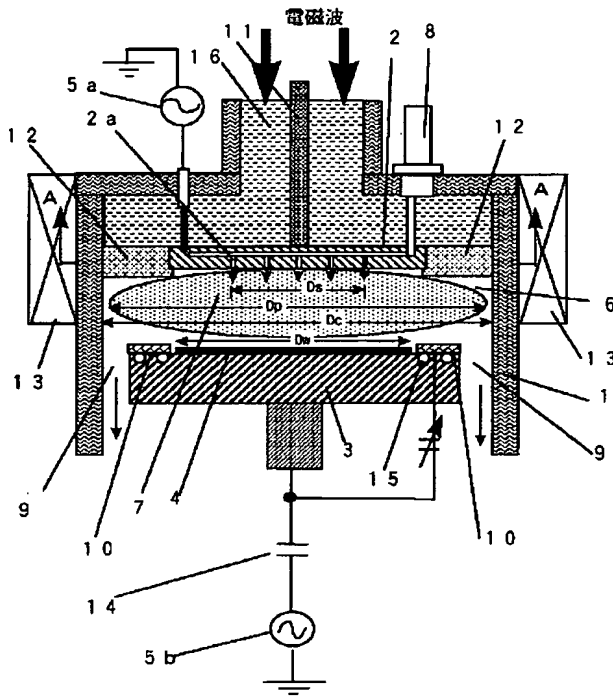
【図9】

図9



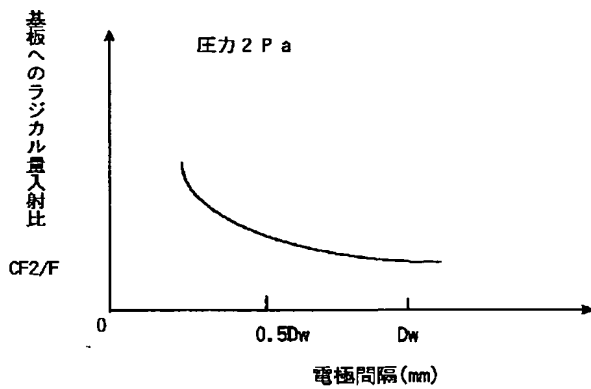
【図1】

図1



【図4】

図4

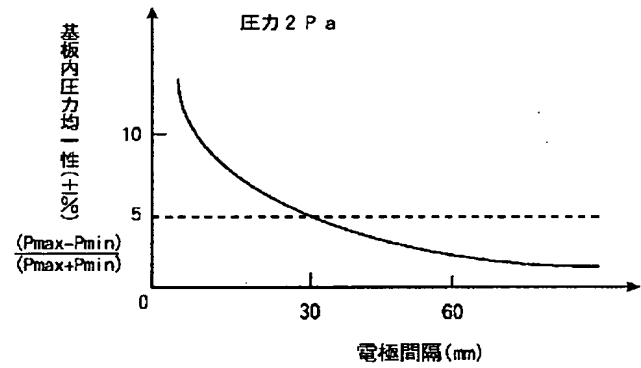


電極間隔と基板へのラジカル量入射比 CF_2/F の関係

D_w : 基板直径

【図3】

図3

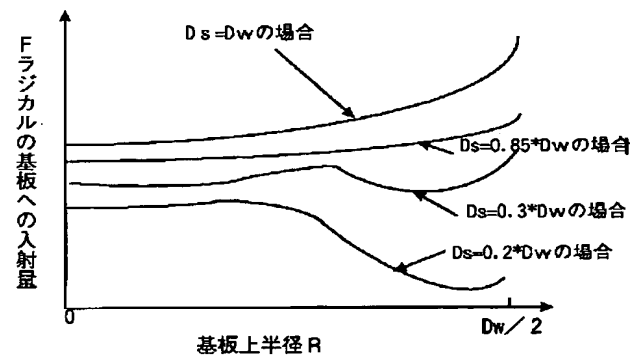


電極間隔と基板内圧力均一性の関係

P_{max} : 基板内最大圧力
 P_{min} : 基板内最小圧力

【図5】

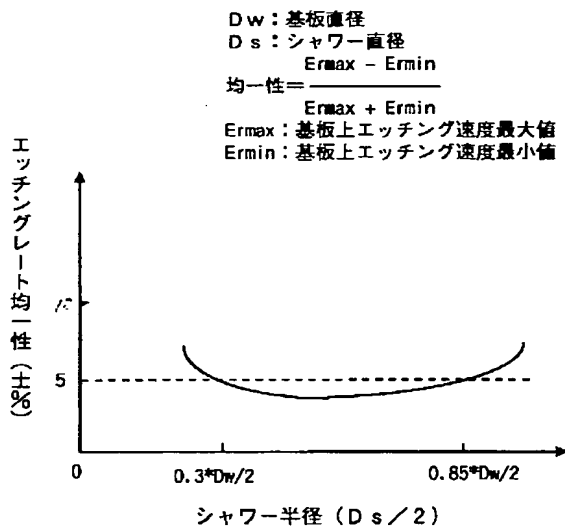
図5



D_w : 基板直径
 D_s : シャワー直径

【図6】

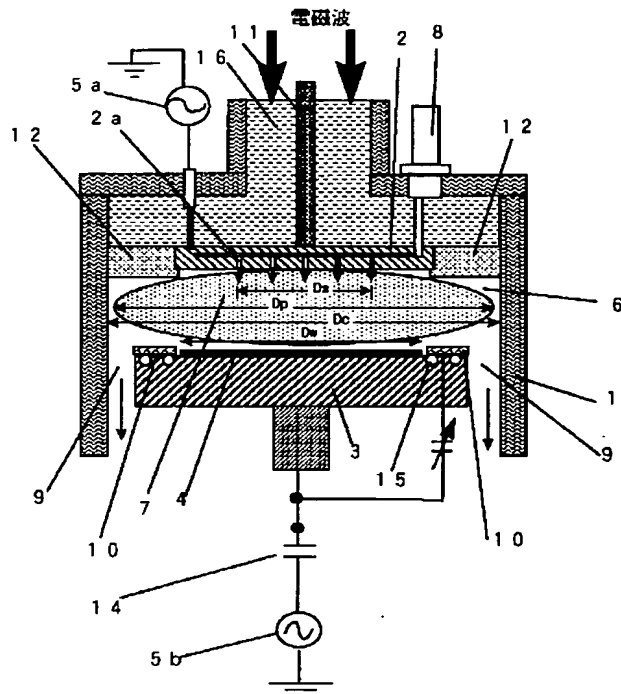
図6



シャワー半径とエッチングレート均一性との関係

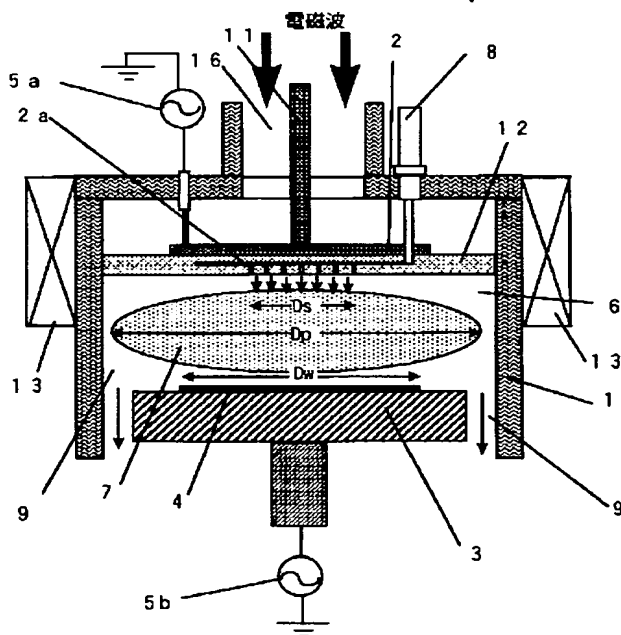
【図7】

図7



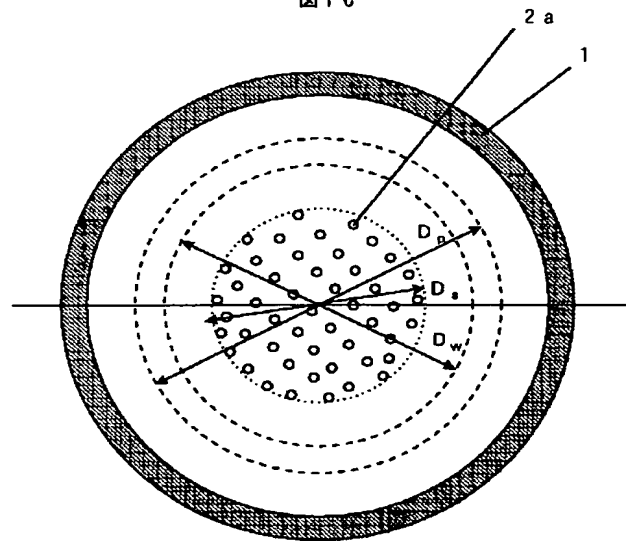
【図8】

図8



【図10】

図10

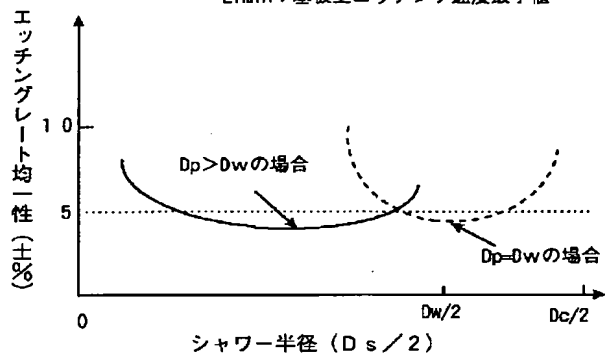


【図11】

図11

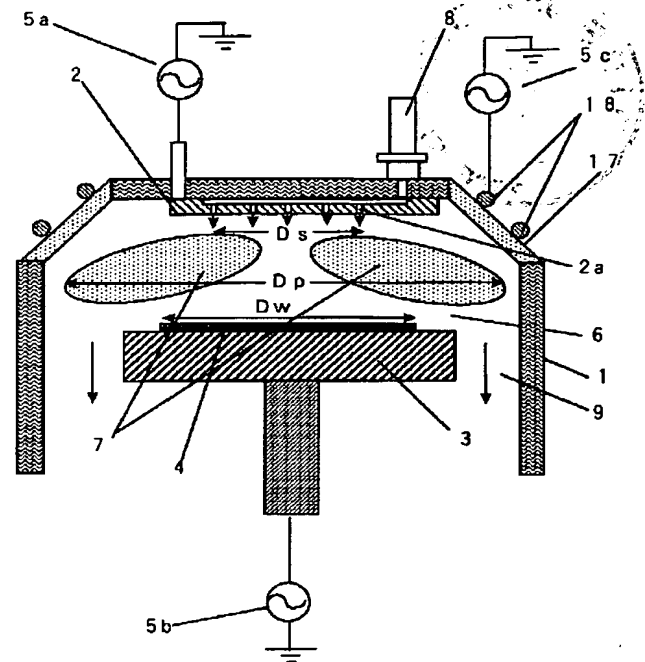
D_p : プラズマ直径
 D_w : 基板直径
 D_c : チャンバ直径

$$\text{均一性} = \frac{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}}{E_{\text{max}} + E_{\text{min}}}$$
 E_{max} : 基板上エッチング速度最大値
 E_{min} : 基板上エッチング速度最小値



【図12】

図12



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F004 AA01 AA02 AA06 BA04 BA14
 BA16 BA20 BB07 BB13 BB14
 BB28 BB29 CA03 CA06 DA00
 DA04 DA11 DA18 DA23 DB01
 DB03 DB09 DB10
 5F045 AA08 AA10 BB01 DP03 EB02
 EC05 EE20 EF05 EH02 EH06
 EH11 EH12 EH13 EH16 EH17
 EH19



This Page Blank (uspto)